

Методика проведения базисных наблюдений гетерогенных объектов в околоземном пространстве

Лыкосова Анисия Андреевна

Финогенов Всеволод Антонович, Нелаев Константин Анатольевич,

Уймин Андрей Иванович, Овчинникова Анастасия Алексеевна, Панькив Алексей Петрович

*Уральский федеральный университет, Институт физики металлов УрО РАН,
Специализированный учебно-научный центр Уральского федерального университета,
СОШ №146 с углубленным изучением математики, физики и информатики (Пермь),
«Гимназия №19» (Миасс)
Кругликов Николай Александрович, к.ф.-м.н.
anisia03.11.01@mail.ru*

Организация болидной сети – сети фото и видео камер, регистрирующих события в атмосфере Земли, является актуальной задачей, как для метеорной астрономии (регистрация метеорных явлений) [1], так и для метеоритики (определение траекторий болидов и областей выпадения метеоритов) [2]. Кроме того, такая сеть может регистрировать объекты техногенного характера – летательные аппараты, низкоорбитальные спутники, космический мусор. В настоящий момент началось развитие такой сети в России, но пока можно говорить лишь об ее отдельных сегментах. Кроме того, ранее был создан облачный сервис, позволяющий накапливать поступающие данные, фильтровать их и выделять полезный сигнал. Болидные сети уже достаточно давно используются для регистрации болидов и для поиска метеоритов [2,3]. Данная работа направлена на развитие методики обнаружения, регистрации и обработки информации о метеороидах дециметрового диапазона, попадающих в земную атмосферу посредством развития методических аспектов работы локальной болидной сети с малым базисом (расстояние между камерами 200 м) на базе ОЦ «Сириус» в феврале 2017 года.

На территории ОЦ «Сириус» были установлены четыре камеры: Prosilica GC 1380 (вариофокальный объектив с максимальным углом обзора 120 градусов и матрицей ПЗС), Chameleon3 CM3-U3-50S5M (объектив типа «рыбий глаз» с углом обзора 187 градусов, матрица КМОП), Canon 1000D (угол обзора до 55 градусов, его матрица CMOS, обладает самым высоким разрешением, но работает камера только в ручном режиме, что неудобно с точки зрения автоматизации процесса наблюдений), обычная USB веб-камера. Для определения погрешности методов и получения данных о реальных положениях и скоростях самолетов были использованы данные сервиса flightradar24, для идентификации спутников использовалась база данных NORAD и программа HEAVENSAT. Для определения высоты и координат камер использовалась геодезическая система на основе GPS датчиков. Для обработки снимков была разработана программа на языке Python v.3.3, которая позволяет выделить снимки с движущимися объектами в серии из нескольких фотографий. Это дает возможность автоматически находить треки метеороидов, космического мусора и различных летательных аппаратов. Для работы программы использовались специализированные библиотеки: numpy, pyfits, matplotlib, scipy, PIL, shutil, warnings и ftplib.

Программа использует следующий алгоритм:

1. Обращается в папку, куда камера сохраняет изображения в формате fits. Из этой папки извлекает фотографию и сравнивает ее с предыдущей, предварительно выровняв оба изображения по яркости и наложив на них медианный и гаусов фильтры (за время, которое прошло между экспозициями, звездное небо не будет меняться).
2. Если область, которая отличается между двумя фотографиями, удовлетворяет определенным требованиям по яркости и размеру, то программа переводит фотографию из формата fits в формат jpg, посылает в облачный сервис [4] через FTP соединение и удаляет ненужное изображение.

Математическое описание, необходимое для решения задачи целенаправленного поиска вещества метеоритов и определения их траектории по данным фото- и видеосъемки (рис.1а), было предложено и адаптировано для траекторий самолетов, приземляющихся на восточную взлетно-посадочную полосу аэропорта «Адлер». Обозначим на карте две точки, в которых находятся камеры, найдем базис. Построим два треугольника (рис. 1б) Необходимые для вычисления азимуты определяются за счет привязки объектов местности, попадающих в кадр при съемке по геометрическому построению (рис. 1б). Для автоматизации вычислений была написана специальная процедура на языке Python с использованием полученных формул. Кроме того, была реализована и отлажена серверная часть работы по ftp протоколу, что позволило автоматически отправлять фотографии в облачный сервис. Программы были отлажены для работы с камерами Allied vision Prosilica и PointGray. В результате наблюдений, которые проводились преимущественно в ночное время, удалось зафиксировать перемещение порядка 30 объектов и определить параметры траекторий нескольких из них. Таким образом, были составлены типовые алгоритмы и получены ключевые формулы, которые могут быть использованы в дальнейшем для оснащения узлов болидной сети.

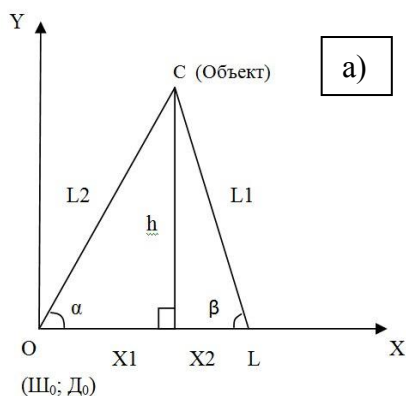


рис.1.а) Плоская система координат, введенная для определения скорости объекта (самолета) и изменения его координат. Точка С – положение объекта, h – расстояние до объекта, точки О,С положения камер. б) Геометрическое построение для определения параметров траектории самолетов, наложенное на спутниковый снимок.

Авторы выражают признательность Прокиной Галине Михайловне (СУНЦ УрФУ) за помощь в осуществлении наблюдений в ручном режиме с использованием личной камеры, Крушинскому Вадиму Владимировичу (КАО УрФУ) за помощь при разработке программного обеспечения и ценные замечания, руководству ОЦ «Сириус» за помощь и поддержку в осуществлении проекта, фонду «Талант и успех» и Коуровской астрономической обсерватории за предоставленное оборудование и материалы. Работа частично выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Деформация», №01201463327) и проекта УрО РАН №15-17-2-11.

Список публикаций:

- [1] Бабаджанов П.Б. Метеоры и их наблюдения. -М.:Наука, 1987
- [2] Gritsevich M., et al. First meteorite recovery based on observations by Finish Fireball Network. *Proceedings of IMC, Giron, 2014*, 162-169.
- [3] Кругликов Н.А., Крушинский В.В., Гроховский В.И., Грицевич М.И., Кругликов Н.Н. Создание болидной сети и первые результаты ее работы. *Материалы IV международной конференции молодых ученых «Метеориты, астероиды, кометы», Екатеринбург, 2016*, 81-85.
- [4] Панькив А. П., Кругликов Н. А. Разработка облачного сервиса болидной сети // *Труды 46-й Международной студенческой научной конференции (Екатеринбург, 30 января - 3 февраля 2017 г.) «ФИЗИКА КОСМОСА»*, 2017 С. 188.

Определение массы сверхмассивных черных дыр в пяти активных ядрах галактик

Назаров Сергей Валентинович

Крымская астрофизическая обсерватория РАН

astrotourist@gmail.com

В течение первой половины 2014го года Крымская астрофизическая обсерватория принимала участие в интенсивном международном мониторинге «AGN14»: на нескольких обсерваториях почти каждую ночь наблюдались активные галактики MCG +08-11-011, NGC 2617, NGC 4051, 3C 382, и Mrk 374. Наблюдения велись как спектрально, так и фотометрически, в нескольких диапазонах, с акцентом на полосе V (в системе Джонсона).

Целью мониторинга являлось эхо-картирование внутренних областей активных ядер галактик. Этот метод позволяет измерять массы сверхмассивных черных дыр (СМЧД) в ядрах галактик, используя собственную переменность блеска активного ядра. Для его реализации определяется временная задержка между увеличениями яркости континуума, который создается в аккреционном диске в непосредственной близости от СМЧД, и последующими увеличениями яркости широких линий (ОШЛ), которые вызваны переизлучением энергии от континуума. Зная скорость света, мы можем рассчитать расстояние от области широких линий (ОШЛ) до СМЧД. Далее в спектральных данных по ширине линий бальмеровской серии водорода выясняется скорость ОШЛ и по формуле (1) вычисляется масса СМЧД.

$$M = f \frac{\sigma_L^2 c r}{G}, \quad (1)$$